

DAMPAK LIMBAH DOMESTIK PERUMAHAN SKALA KECIL TERHADAP KUALITAS AIR EKOSISTEM PENERIMANYA DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT

Arif Sumantri¹, Muhammad Reza Cordova²

¹Jurusan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Syarif Hidayatullah

²Departemen Ilmu Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

Abstract

Increasing number of houses will increase in domestic waste. The high level of domestic pollution not only an impact on the waters, but also can affect the health quality of people that live along the banks of the river. The aims of this study are to determine the quality of domestic wastewater in arranged housing and the impact on river water quality. The research was conducted in August 2008 on a small scale housing Puri Nirwana Estate, Cibinong. We found domestic waste water from household activity in Puri Nirwana Estate were affecting recipient ecosystem (river). This river was polluted with indication the high value of COD, total coliform and content of detergent in the water, would endanger the health of local people who live in unplanned housing.

Key words : *Domestic waste water, Pollution, River, Puri Nirwana Estate, public health*

Pendahuluan

Latar Belakang

Penduduk Indonesia jumlahnya mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, bahkan pertumbuhan penduduk Indonesia dapat dikatakan relatif lebih cepat dibanding dengan negara-negara lain. Pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk ditambah dengan adanya kecenderungan akan pergeseran komposisi penduduk dari area rural kearah area urban, terutama disebabkan oleh derasnya arus urbanisasi, dan minimnya lapangan pekerjaan di pedesaan telah menjadi pendorong masyarakat untuk berpindah ke perkotaan. Di lain pihak lebih banyak dan beragamnya mata pencaharian di perkotaan menjadi faktor penariknya. Derasnya arus urbanisasi ini telah meningkatkan jumlah penduduk di perkotaan.

Semakin meningkatnya jumlah penduduk menimbulkan konsekuensi logis terhadap semakin meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana dasar. Salah satu sarana dasar yang semakin dibutuhkan seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk adalah kebutuhan akan rumah. Di lain pihak semakin meningkatnya jumlah rumah ini mengakibatkan semakin meningkat pula limbah domestik yang akan dihasilkan dari kawasan permukiman tersebut. Di lain pihak hingga saat ini kawasan permukiman masih belum memiliki instalasi pengolahan air limbah (Cordova, 2008 dan Sitepu, 2008). Selanjutnya dikatakan bahwa limbah domestik cair yang berasal dari kawasan permukiman seringkali mengakibatkan terjadinya pencemaran pada perairan umum terutama sungai.

Tingginya tingkat pencemaran domestik ini ternyata tidak hanya memberikan dampak terhadap perairan, namun juga dapat berdampak terhadap kualitas kesehatan masyarakat yang tinggal di sepanjang bantaran kali. Hal ini merujuk pada data

yang dikeluarkan oleh Paguyuban Kanker Anak Jawa Timur RSUD Dr Soetomo Oktober 2003 yang menyebutkan bahwa 59% penderita kanker anak adalah leukemia dan sebagian besar dari penderita kanker ini tinggal di Daerah Aliran Sungai Brantas (termasuk Kali Surabaya dan Kali Mas). Jenis kanker lainnya yang umum diderita anak yang tinggal di Bantaran Kali adalah kanker syaraf (neuroblastoma), kanker kelenjar getah bening (limfoma), kanker ginjal (tumor wilms), dan kanker mata (Fakhrizal, 2004). Ancaman serius ini harus memicu peran aktif pemerintah dalam mengendalikan pencemaran domestik, karena dibandingkan dengan limbah cair industri, penanganan sumber limbah domestik sulit untuk dikendalikan karena sumbernya yang tersebar. Namun demikian untuk membuktikan hal tersebut perlu dilakukan berbagai kajian secara komprehensif. Adapun kajian awal yang perlu dilakukan untuk menghindari hal tersebut adalah kajian tentang kualitas limbah cair dari permukiman yang tertata.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas limbah cair domestik di perumahan tertata dan dampaknya terhadap kualitas air sungai penerimanya serta situ tempat bermuaranya sungai tersebut.

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2008 di perumahan skala kecil Puri Nirwana Estate, Cibinong.

Sampling dan analisis sampel

Pengambilan sampel air limbah rumah tangga dilakukan di beberapa lokasi yang dianggap mewakili, tepatnya di saluran air yang keluar dari rumah (titik

A1), gabungan dari beberapa saluran air yang keluar dari rumah dengan posisi ditengah perumahan (titik A2), gabungan hampir semua saluran air perumahan sebelum masuk ke sungai yang melewati perumahan, dimana sungai tersebut sudah melewati beberapa perumahan yang lain (titik A3), lokasi sungai tepat masuknya air limbah perumahan Puri Nirwana Estate ke dalam sungai (titik B1), lokasi sungai dengan jarak 100 meter dari titik B1 (C1), lokasi sungai di tengah-tengah antara lokasi perumahan Puri Nirwana Estate dengan Situ Cikaret (C2), lokasi sungai mau masuk ke Situ Cikaret (C3) dan titik sampling di Situ Cikaret (D1). Selanjutnya titik A1, A2 dan A3 dirata-ratakan menjadi kualitas air dengan istilah Puri dalam (stasiun 1); titik B1, C1 dan C2 dirata-ratakan menjadi kualitas air dengan istilah selokan besar (Stasiun 2) dan C3 dan D1 dirata-ratakan menjadi kualitas air muara Situ Cikaret (stasiun 3), kecuali untuk parameter kelarutan oksigen (DO) dan suhu yang memperlihatkan perbedaan agak mencolok, dilihat pada setiap titik tersebut di atas. Pengambilan sampel ini masing-masing sebanyak 3 kali (ulangan). Adapun tempat pengambilan sampel dilakukan di tempat yang mewakili selokan dan sungai tersebut di atas.

Adapun parameter kualitas air limbah yang diambil pada penelitian ini antara lain adalah kelarutan oksigen (*dissolved oxygen/DO*), suhu air, TSS (*total suspended solid*), amoniak, nitrat, BOD, COD, total fosfat, detergen dan bakteri *E.coli*. Data-data yang diperoleh pada penelitian ini selanjutnya dianalisa secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

DO (*Dissolved Oxygen*)

Dari hasil pengukuran parameter oksigen terlarut/DO pada air limbah domestik di setiap titik pengamatan diperoleh nilai yang cukup menunjukan perbedaan antar setiap titik. Untuk lebih jelasnya kandungan oksigen terlarut pada setiap titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air di lokasi penelitian

Parameter	Satuan	Puri Dalam (St.1)	Selokan Besar (St.2)	Situ Cikaret (St.3)	Baku mutu
Suhu	oC	27.5	29.5	29.1	20-30
DO	mg/l	3.2	1.4	4.7	
TSS	mg/l	0.0013	0.0003	0.0006	30-75
COD	mg/l	44.8	45.6	44.8	20
BOD5	mg/l	15.25	16.25	15.02	10
Amonia	mg/l	3.07	3.0912	3.1753	15-30
Nitrat	mg/l	0.559	15.094	0.2234	5
Phosphat	mg/l	2.952	2.136	3.8019	2.0-5.0
Detergen	mg/l	1.95	2.17	1.89	
Total	MPN	53	1100	53	
Coliform	I/100ml				

Pada penelitian ini terlihat bahwa kandungan oksigen terlarut di lokasi penelitian berfluktuasi pada titik yang berbeda, hal ini disebabkan adanya perbedaan dalam hal jumlah limbah organik yang ada pada setiap titik tersebut. Begitu pula halnya dengan aktivitas dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme, pada setiap titik pengamatan yang

berbeda. Selain itu juga pada setiap titik tersebut juga terdapat perbedaan dalam hal pencampuran, pergerakan massa, fotosintesis, respirasi, dan jumlah limbah yang terdapat pada setiap titik pengamatan. Titik A1 yakni titik dimana air limbah baru keluar dari rumah, kandungan oksigen masih tinggi walau limbah yang dikeluarkan jumlahnya banyak, namun disitu belum terjadi dekomposisi oleh mikro organisme, sehingga belum terjadi penggunaan oksigen untuk proses dekomposisi tersebut. Titik A3 memiliki kisaran DO paling kecil, hal ini terjadi karena di lokasi tersebut limbah organik semakin mudah luruh akibat terjadinya proses hidrolisis (oleh air) dan perairan di titik tersebut lebih tergenang, sehingga memungkinkan mengendapnya bahan organik di lokasi tersebut dan lebih aktifnya proses dekomposisi yang memanfaatkan oksigen dalam jumlah yang lebih banyak, selain itu di titik tersebut lebih dari 70 % permukaan airnya tertutup oleh lapisan minyak, sehingga akan mengganggu proses difusi oksigen dari atmosfer ke dalam air dan akan menurunkan proses fotosintesis, sehingga produksi oksigen di dalam air akan semakin menurun. Hal lain yang mengakibatkan rendahnya kelarutan oksigen, karena di titik tersebut hampir tidak ada pergerakan air (arus atau stagnan) yang dapat menambah difusi oksigen pada titik tersebut.

Rendahnya kandungan oksigen terlarut Saluran disetiap stasiun diduga erat kaitannya dengan gaya hidup masyarakat golongan menengah. Dalam hal ini masyarakat golongan menengah mengkonsumsi dan menggunakan bahan-bahan kebutuhan hidupnya lebih tinggi, sehingga limbah yang dihasilkanpun akan jauh lebih banyak dibanding masyarakat yang tinggal di perumahan skala kecil. Selain itu juga diduga ada kaitannya dengan morfologi saluran air, dalam hal ini saluran air yang keluar dari rumah memiliki kedalaman yang dangkal dengan arus yang hampir tidak ada (sangat kecil), selain itu sumber yang masuk ke saluran tersebut berasal dari berbagai sumber, sehingga limbah domestik hanya merupakan salah satu sumber yang masuk ke dalamnya. Rendahnya kelarutan oksigen pada air limbah domestik harus cukup diwaspadai karena tidak hanya akan menurunkan kualitas air, namun juga akan mengganggu kehidupan yang terdapat di dalamnya, bahkan suatu saat dapat mematikan biota yang ada di dalamnya. Rendahnya kelarutan oksigen pada air limbah yang dikeluarkan oleh perumahan skala kecil disebabkan pada air limbah tersebut tidak terdapat perlakuan apapun yang dapat meningkatkan kelarutan oksigen dan difusi oksigen dari atmosfer.

Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Peningkatan suhu dapat mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, volatilisasi, penurunan kelarutan gas dalam air, dan juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan

respirasi organisme air yang selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen.

Secara umum suhu air di semua lokasi penelitian hampir sama antara titik yang satu dengan titik yang lain. Untuk lebih jelasnya suhu air limbah di setiap titik pengambilan sample dapat dilihat pada Tabel 1.

Secara umum terlihat bahwa suhu air limbah pada setiap titik pengamatan hampir seragam. Hanya ada dua titik pengamatan yang sedikit berbeda. Hal ini disebabkan adanya perbedaan waktu dan luas tutupan badan air oleh peneduh yang berpengaruh pada tinggi rendahnya penetrasi sinar matahari di lokasi tersebut. Dalam hal ini pengamatan suhu dari dimulai pada pukul 10.40 sampai 13.30 WIB. Rendahnya suhu pada titik A1 sampai dengan B1 terjadi karena waktu pengukuran suhu dilakukan lebih pagi (pengukuran dilakukan berturut-turut dari A1 sampai dengan Situ Cikaret) dimana penetrasi sinar matahari masih rendah, dan aktivitas makhluk hidup di dalamnya seperti fotosintesis, metabolisme dan proses penguraian oleh bakteri yang ke dalamnya akan menyumbangkan panas (entropi) masih rendah. Sedang pada titik B1 lebih rendahnya suhu air limbah padahal pengukuran lebih siang terjadi karena di lokasi tersebut masih banyak vegetasi yang menyebabkan rendahnya penetrasi sinarmatahari ke dalam badan air, sehingga suhunya lebih rendah. Pada titik C1-C3 suhu air tinggi hal ini terjadi selain karena pengukuran dilakukan lebih siang, namun juga diduga karena lebih tingginya aktifitas mikroorganisme (dekomposisi). Hal ini terlihat juga dari banyaknya bahan organik di lokasi tersebut dan rendahnya kelarutan oksigen.

Berdasarkan data suhu yang terdapat pada air limbah dan badan air tempat membuang limbah mengindikasikan bahwa secara umum air limbah rumah tangga dari perumahan skala kecil dan sedang mempunyai temperatur yang masih masuk dalam kategori baik untuk kehidupan biota yang ada di dalam badan air, tempat membuang limbah tersebut. Atau dengan kata lain temperatur air limbah tidak akan menurunkan kualitas badan air yang menampungnya.

TSS (Total Suspended Solid)

Padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid* atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter>1µm) yang terlarut pada saluran *millipore* dengan diameter pori 0.45 µm. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Padatan tersuspensi juga merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, contohnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Bahan-bahan tersebut terdapat dalam bentuk suspensi yang dapat bertahan sampai berbulan-bulan, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti oleh pengendapan. TSS juga merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak larut dan tidak dapat mengendap secara langsung.

Pada air limbah domestik di lokasi penelitian (Puri Nirwana Estate) juga didapatkan adanya TSS dengan kandungan bervariasi dari setiap titik. Seperti telah disebutkan di atas, karena nilainya hampir sama maka titik-titik pengambilan sampel dikelompokkan menjadi tiga lokasi yakni pada selokan yang keluar dari rumah sebelum masuk ke selokan besar disebut Puri dalam, pada selokan besar dan di muara Situ Cikaret. Adapun kandungan TSS pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa TSS terbesar terdapat di lokasi Puri dalam, dimana pergerakan air yang tidak terlalu lambat. Hal ini menyebabkan sedimentasi lebih lambat dibandingkan dua stasiun lainnya. Pengamatan secara visual pada titik ini juga menghasilkan tingkat kekeruhan yang paling tinggi. TSS yang tinggi di suatu perairan akan mempengaruhi penetrasi cahaya yang akan menghambat proses fotosintesis serta memberikan hambatan kepada biota yang ada di perairan tersebut.

Ammonia

Amonia dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. Sumber amonia dalam perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat didalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan jamur, reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan domestik. Ammonia pada suhu dan tekanan normal di perairan alami berada dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan gas ammonium seperti ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut:



Dari hasil penelitian Perumahan Puri Nirwana Estate didapatkan hasil bahwa kadar ammonia di lokasi penelitian cukup tinggi, bahkan pada semua titik jumlahnya sudah di atas ambang batas yang diperbolehkan (Tabel 1).

Dari Tabel 1 juga terlihat bahwa nilai Amonia semakin meningkat kearah sebagai badan air penampungnya, hal ini dikarenakan adanya peningkatan beban masukan ammonia di sepanjang jalur perairan dari Stasiun Puri Dalam sampai Stasiun Muara Situ Cikaret. Dari Tabel 1 terlihat bahwa nilai Amonia di ketiga stasiun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, dengan kisaran antara 3.0702-3.1753 mg/l. Nilai ini terbilang cukup tinggi dan akan mengakibatkan kualitas badan air yang menerima air limbah tersebut akan menurun, sehingga dapat mengganggu keberadaan organisme di perairan tersebut. Dalam kondisi banyak oksigen terlarut, amonia akan mengalami nitrifikasi di perairan menjadi nitrit dan selanjutnya menjadi nitrat sehingga tidak terakumulasi di dasar. Hal ini menyebabkan Amonia tidak terlalu mempengaruhi keadaan perairan. Namun sayangnya kandungan oksigen terlarut dalam air juga rendah sehingga tidak mampu mengubah ammonia menjadi nitrat.

Jika dilihat dari ketiga stasiun dapat diketahui bahwa konsentrasi ammonia relatif sama dan semuanya menunjukkan konsentrasi yang tinggi jauh di atas ambang batas yang diperbolehkan untuk suatu badan air yang di dalamnya menopang kehidupan. Tingginya kadar ammonia di ketiga stasiun disebabkan banyaknya sumber ammonia yang berasal dari hasil dekomposisi bahan organik terutama dari limbah domestik yang jumlahnya lebih banyak di perumahan skala sedang, serta ditambah dari sumber lainnya. Hal ini juga sejalan dengan kadar oksigen terlarutnya yang rendah yang memperlihatkan banyaknya penggunaan oksigen untuk keperluan penguraian bahan organik. Selain itu suhu yang relatif tinggi di ketiga stasiun ini juga dapat meningkatkan proses penguraian bahan organik yang lebih aktif, sehingga dalam kondisi kekurangan oksigen akan mengakibatkan meningkatnya kandungan ammonia dalam badan air tempat membuang limbah domestik tersebut. Hal ini disebabkan jika suhu meningkat dan oksigen terlarut menurun, maka kadar ammonia akan menjadi tinggi. Kadar ammonia yang tinggi ini juga merupakan salah satu indikasi terjadinya (adanya) pencemaran bahan organik yang salah satunya berasal dari limbah domestik.

Nitrat

Pada penelitian ini tidak dilakukan pengamatan terhadap nitrit, karena nitrit (NO_2) bersifat tidak stabil dan biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan alami, kadarnya lebih kecil dibanding. Selain itu nitrit juga merupakan bentuk peralihan (*intermediate*) antara ammonia dan nitrat (nitifikasi), dan antara nitrat dan gas nitrogen (denitrifikasi). Denitrifikasi berlangsung pada kondisi anaerob seperti terlihat pada reaksi berikut (Novotny dan Olem, 1994):



Pada denitrifikasi dilepaskan gas N_2 yang bisa terlepas dari dalam air menuju udara. Ion nitrit juga dapat dijadikan sebagai sumber nitrogen oleh tanaman. Keberadaan nitrit menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik dengan kadar oksigen terlarut sangat rendah. Kadar nitrit pada perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat.

Kandungan nitrat di ketiga stasiun di Perumahan Puri Nirwana Estate memperlihatkan bahwa nilai ketiganya di ketiga stasiun tersebut berbeda. Pada Stasiun selokan besar yang kandungan nitratnya paling tinggi.. Tingginya kandungan nitrat di stasiun selokan besar karena pada stasiun tersebut juga terdapat masukan limbah dari lokasi perumahan masyarakat alami yang bersebrangan dengan perumahan Puri Nirwana.

COD (Chemical Oxygen Demand)

Chemical Oxygen Demand (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis

(*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non-biodegradable*). Perairan yang memiliki COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. COD pada Stasiun Puri Dalam dan Muara Situ Cikaret memiliki nilai yang sama yaitu 44.8 mg/l. COD terbesar terdapat pada Stasiun selokan besar, hal ini diduga karena ada kaitannya dengan lokasi tersebut yang berhadapan langsung dengan perumahan alami yang relatif jorok sehingga banyak diantara mereka yang membuang berbagai jenis sampahnya ke dalam selokan besar tersebut, yang mengakibatkan banyaknya bahan kimia yang sulit terdegradasi secara biologi (*biodegradable*) masuk ke dalamnya. Adanya input bahan-bahan pencemar yang sulit ter-*biodegradable* dan adanya proses dekomposisi yang lebih tinggi dibanding kedua stasiun lainnya. COD meningkat akan menurunkan kandungan oksigen dalam perairan Nilai COD yang didapat menunjukkan bahwa perairan tidak tercemar dilihat dari baku mutu UNESCO/WHO/UNEP (1992) dimana perairan tidak tercemar mengandung COD sebesar 20 mg/l.

BOD (Biological Oxygen Demand)

Jumlah oksigen dalam mg/l yang dibutuhkan oleh bakteri aerobik untuk menguraikan dan menstabilkan sejumlah senyawa organik dalam air melalui proses oksidasi biologis yang dikenal dengan istilah BOD. Setelah diinkubasi dalam 5 hari maka penetapan tersebut disebut BOD_5 . Jadi jumlah oksigen dalam mg/l yang diperlukan dalam kondisi penetapan inkubasi selama 5 hari dalam suhu 20°C dalam kegelapan menyatakan degradasi zat organik terhadap oksigen melalui cara biologis.

Total Phosphat

Ortofosfat adalah bentuk fosfor yang dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik. Sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis dulu membentuk ortofosfat sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfor.

Total Phosphat menggambarkan jumlah total fosfor, baik berupa partikulat maupun terlarut, anorganik maupun organik Total phosphat yang ada di lokasi berasal dari pemakaian detergen oleh warga, pemakaian pupuk tanaman dan ada secara alami dalam perairan tersebut (di sedimen). Pada stasiun selokan besar, nilai total phosphat paling kecil dikarenakan phosphat yang ada digunakan oleh jasad autotrof, tepatnya lumut dan fitoplankton. Hal ini terlihat dari jumlah lumut yang cukup banyak terdapat di stasiun selokan besar dan dijadikan sebagai sumber nutrisi dalam proses fotosintesis yang dilakukan lumut dan plankton. Kandungan phosphat di perairan memberikan kontribusi terhadap kesuburan perairan. Stasiun Muara Situ Cikaret memiliki kandungan total phosphat tertinggi yaitu 3.8019 mg/l. Di lokasi ini juga tumbuh beberapa jenis tumbuhan air seperti eceng gondok dan ganggang yang jumlah masing-masing jenisnya cukup banyak.

E.coli

Bakteri adalah mikroorganisme berukuran panjang sekitar 0.2 μm -10 μm . banyak bakteri yang tidak membahayakan menjadi penghuni usus manusia dan secara rutin dikeluarkan bersama-sama dengan tinja, diantara bakteri tersebut adalah bakteri *coliform*.

Konsentrasi MPN pada ketiga stasiun penelitian secara umum masuk pada kategori tinggi (Tabel 9), namun demikian stasiun selokan besar memiliki jumlah *E.coli* terbesar yaitu 1100 MPN I/100 ml, nilai ini sangat besar bila dibandingkan dengan kedua stasiun lainnya. Adanya masukan bahan organik dalam jumlah yang cukup besar dan belum terdekomposisi dapat pula menyebabkan tingginya jumlah *E.coli*. Selain hal tersebut sangat besarnya konsentrasi MPN di selokan besar erat sekali kaitannya dengan keberadaan rumah penduduk alami yang ada di seberang selokan tersebut yang masyarakatnya masih banyak yang langsung membuang tinja dan limbah serta sampah ke dalam selokan tersebut.

Detergen

Penggunaan detergen dalam kehidupan sekarang ini sangat penting karena digunakan untuk berbagai macam kegiatan manusia. Salah satu kegiatan yang cukup banyak menghasilkan limbah detergen adalah dari kegiatan domestik (rumah tangga).

Dari penelitian yang dilakukan di Perumahan Puri Nirwana didapatkan hasil bahwa kandungan detergen di ketiga stasiun menunjukkan perbedaan nilai kandungan bahan pencemar detergen walaupun tidak berbeda jauh. Kandungan detergen terbesar berada di Stasiun selokan besar sebesar 2.17 mg/l. Ini disebabkan karena stasiun tersebut merupakan pintu keluar air dari Perumahan Puri Nirwana Estate dan berhadapan langsung dengan perumahan penduduk yang tumbuh secara alami yang juga langsung membuang limbahnya ke selokan besar tersebut. Akibatnya maka di stasiun selokan besar, detergen terakumulasi dari dalam Perumahan Puri Nirwana Estate dan dari perumahan alami, sedangkan pada Stasiun muara Situ Cikaret diduga detergen sudah mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme, sehingga kandungannya lebih rendah.

Dampak Pencemaran Limbah Domestik pada Kesehatan Masyarakat

Hasil pengamatan yang dilakukan selama penelitian memperlihatkan bahwa di sekitar Perumahan Puri Nirwana Estate terdapat permukiman masyarakat yang tidak terencana (di luar kompleks). Kondisi Perumahan di luar kompleks relative tidak teratur dan relative jorok. Selain hal itu perumahan tersebut juga membuang limbah domestiknya langsung ke dalam ekosistem perairan. Namun di lain pihak juga masih terdapat masyarakat yang memanfaatkan situ tempat bermuaranya limbah domestik untuk kebutuhan sehari-hari. Namun mengingat tingginya nilai COD, total coliform dan detergen pada perairan, maka akan dapat membahayakan kesehatan masyarakat yang mempergunakannya.

Terganggunya kesehatan masyarakat yang mempergunakan air dari tempat bermuaranya limbah

domestik dapat berbahaya pada kesehatan masyarakat, karena COD (*Chemical Oxygen Demand*)-nya tinggi. Di lain pihak COD adalah kebutuhan oksigen kimiawi adalah kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi dengan menggunakan oksidator $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (kalium bikhromat). Oleh karenanya maka tingginya COD merupakan petunjuk bahwa pada limbah domestik cair terdapat banyak senyawa organik tidak dapat diurai secara biologis oleh mikroorganisme dan bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD (Kristanto, 2005). Oleh karena itu maka tingginya COD juga dapat menjadi petunjuk tingginya bahan anorganik sulit urai yang mempunyai sifat akumulatif atau jika termakan atau terminum akan dapat terakumulasi pada tubuh manusia sehingga mengganggu kesehatannya.

Deterjen atau *surfactant* dan nama lainnya adalah *Methylenen Blue Active Substance* (MBAS). Deterjen merupakan molekul organik yang berukuran besar, yang sedikit larut dalam air. Deterjen ini dipergunakan sebagai pengganti sabun, sebagai pembersih supaya memperoleh hasil yang lebih baik. Hingga saat ini bahan dasar deterjen yang dipergunakan di Indonesia umumnya alkil benzen sulfonat (ABS) yang bersifat sangat resisten, sehingga sangat sulit terurai dalam ekosistem perairan. Tingginya penggunaan deterjen ini mengakibatkan tingginya konsentrasi deterjen pada limbah domestik cair. Di lain pihak apabila deterjen pada perairan tinggi, di lain pihak perairan tersebut dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan, maka deterjen tersebut akan menempel pada peralatan makan, dsb, sehingga dapat termakan oleh manusia dan pada akhirnya akan mengganggu kesehatannya.

Pada penelitian ini terdeteksi bahwa *fecal coli* terdeteksi di semua titik sampling. Bobbi (1998) yang mengatakan bahwa *fecal coli* yang tinggi dapat berasal dari pencemaran *non-point sources* seperti *septic tank*. Menurut Ingallinella *et al.* (2002) penyebabnya adalah pengelolaan tinja yang belum mendapat perhatian yang memadai. Disamping hal tersebut di atas, tingginya *fecal coli* ini berasal dari limbah yang dibuang ke perairan tanpa pengolahan (Jaji *et al.*, 2007) dan dari kotoran hewan (Bobbi, 1998).

Tingginya *Fecal coli* pada limbah domestik cair ini juga perlu diwaspadai, mengingat walaupun bakteri *E. coli* dan *coliform* bukan merupakan bakteri patogen, namun dalam uji mikrobiologi, bakteri ini merupakan indikator untuk mengetahui sejauh mana air telah terkontaminasi oleh bakteri patogen (Carney, 1975). Hal ini sesuai dengan pendapat beberapa ahli yang mengatakan bahwa bila kandungan *E.coli* telah mencapai 1000 sel/100 ml besar kemungkinan pada air tersebut terdapat bakteri patogen, sehingga bisa mengancam kesehatan manusia (Rand *et al.*, 1975). Hal ini sejalan dengan pendapat Miller (2000) yang mengatakan bahwa tingginya bakteri ini mengindikasikan kemungkinan munculnya bakteri-bakteri lain yang dapat menyebabkan penyakit typhoid, kolera, disentri, hepatitis, encephalitis dan penyakit yang disebabkan oleh bakteri lainnya. Oleh karena itu

maka tingginya total coliform tersebut sangat perlu diwaspadai dengan seksama.

Artikel Ulasan

Pada penelitian terlihat bahwa oksigen terlarut dalam perairan rendah. Rendahnya oksigen terlarut ini dapat disebabkan oleh arus yang relatif tidak ada, serta suhu pada siang hari yang relatif tinggi yang mengakibatkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik dan oksidasi limbah oleh mikroorganisme. Oleh karena itu maka meskipun siang hari terjadi proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen akan tetapi oksigen yang tersedia di air dipergunakan untuk mendekomposisi bahan organik dan oksidasi semua jenis limbah yang ada di perairan. Menurut Dugan (1972) dalam Effendi (2000) apabila pada perairan terdapat limbah organik dengan kadar cukup tinggi, maka pada siang hari dimana suhu udara tinggi, kelarutan oksigennya di air menjadi relatif rendah, oleh karena itu maka kadar oksigen yang terlarut di dalamnya juga akan cepat sekali mengalami pengurangan.

Pada penelitian terlihat kandungan amoniak 3 mg/l, padahal menurut McNeely *et al.* (1979) kadar ammonia di perairan alami kurang dari 0.1 mg/l. Namun demikian pada perairan tawar, kadar ammonia bebas yang tidak terionisasi (NH_3) sebaiknya tidak melebihi 0.02 mg/l. Karena jika kadarnya melebihi 0.2 mg/l maka gas ini akan bersifat toksik untuk berbagai jenis ikan (Sawyer dan McCarty, 1978). Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa kadar amoniak pada perairan penerima limbah domestik dan pada tempat bermuaranya limbah tinggi. Menurut (Sawyer dan McCarty, 1978) jika suatu badan air mempunyai kadar amoniak yang tinggi biasanya merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar oleh bahan organik baik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpasan (*run-off*) pupuk maupun yang bersal dari pertanian.

Kadar ammonia yang tinggi dalam air limbah domestik dan pada badan air tempat menampung limbah domestik tersebut cukup memprihatinkan. Hal ini disebabkan ammonia merupakan gas beracun yang dapat mematikan semua makhluk hidup yang ada di dalam badan air tersebut. Selain hal itu tingginya kadar ammonia dalam badan air tersebut merupakan satu petunjuk bahwa limbah domestik yang dihasilkan dari setiap rumah tangga sebelum masuk ke dalam badan air, terlebih dahulu harus mengalami pengolahan terlebih dahulu.

Kadar nitrit di perairan alami sekitar 0.001 mg/l dan sebaiknya tak melebihi 0.06 mg/l (*Canadian Council of Resource and Environment Ministers*, 1987). Namun pada penelitian ini di stasiun 2 mencapai 15.094 mg/l, berarti jauh di atas yang ditentukan. Sumber nitrit dapat berupa limbah industri dan limbah domestik. Garam-garam nitrit digunakan sebagai penghambat terjadinya proses korosi pada industri. Kadar nitrit melebihi 0.05 mg/l dapat bersifat toksik bagi organisme perairan yang sangat sensitif (Moore, 1991), namun untuk kepentingan peternakan kadar nitrit sekitar 10 mg/l masih dapat ditoleransi.

Nitrit bersifat lebih toksik daripada nitrat terhadap manusia dan hewan. Oleh karena itu kadar nitrit di perairan penerima dan tempat bermuaranya limbah, ada dalam kondisi yang mengkhawatirkan. Dalam kondisi oksigen melimpah nitrit yang berasal dari limbah domestik akan dioksidasi menjadi nitrat. Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan.

Berdasarkan pengamatan selama penelitian, di lokasi stasiun 2 merupakan permukiman penduduk yang tidak tertata (bukan kompleks Puri Nirwana) sehingga terlihat relatif jorok dan tidak semua rumah mempunyai *septic tank*, sehingga masih ada yang menyalurkan kotoran (tinja)-nya langsung ke dalam badan air. Menurut Effendi (2000) apabila kadar nitrat lebih dari 5 mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. Tingginya kadar nitrat di stasiun ini mengakibatkan badan air di lokasi ini banyak mengandung tumbuhan. Dalam hal ini di stasiun selokan besar terdapat lumut yang hampir menutupi permukaan perairan hingga kurang lebih 50 %-nya. Hal ini disebabkan senyawa nitrogen dibutuhkan oleh tumbuhan dan hewan sebagai penyusun klorofil dan protein. Di alam nitrogen bebas tidak bisa langsung dimanfaatkan, tetapi harus mengalami proses fiksasi terlebih dahulu menjadi NH_3 , NH_4 , NO_3 .

Chemical Oxygen Demand (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*Non biodegradable*) menjadi karbondioksida dan air. Pada prosedur penentuan COD, oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel (Boyd, 1988). Penentuan COD dilakukan dengan mendidihkan contoh dengan kalium bikromat dan asam sulfat dan perak sulfat sebagai katalis.

Keberadaan bahan organik dapat berasal dari alam dan juga berasal dari aktivitas rumah tangga dan industri seperti pabrik bubur kertas (*pulp*) dan kertas, serta industri makanan. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l, pada perairan tercemar bisa melebihi 200 mg/l dan pada limbah industri bisa mencapai 60.000 mg/l (UNESCO/WHO/UNEP, 1992). Pada penelitian ini COD mencapai 45 mg/l, hal ini memperlihatkan bahwa lokasi penelitian sudah tercemar bahan organik

Kadar oksigen terlarut pada perairan tawar berkisar antara 15 mg/l pada suhu 0 °C dan 8 mg/l pada suhu 25 °C. Pada perairan laut berkisar antara 11 mg/l pada suhu 0 °C dan 7 mg/l pada suhu 25 °C (McNeely *et al.*, 1979). Kadar oksigen terlarut pada perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/l. Kelarutan oksigen pada temperatur 20 °C sekitar 9 mg/l, oleh karena itu

pada penentuan BOD untuk perairan yang tercemar bahan organik dalam jumlah besar perlu diencerkan, karena jika tanpa pengenceran dikhawatirkan ketersediaan oksigen untuk keperluan oksidasi bahan organik selama 5 hari tidak mencukupi. Kadar oksigen mencapai nol sebelum hari kelima. Untuk mengoptimalkan keberadaan oksigen pada air sampel juga perlu diberi pasokan oksigen dengan aerator untuk mendekati nilai jenuh (saturasi) sehingga pada hari kelima diharapkan tersisa oksigen terlarut sekurang-kurangnya 1-2 mg/l (Tebbut, 1992).

Untuk lebih memastikan nilai BOD₅ suatu cuplikan perlu dilakukan perbandingan dengan larutan standar glukosa 300 mg/l (nilai BOD = 224 mg) atau dengan larutan standar asam glutamat 300 mg/l (nilai BOD 217 mg). Jika nilai COD < BOD 21, maka cuplikan yang diperiksa berisi zat-zat organik yang bisa terbiodegradasi. Perbandingan nilai COD : BOD₅ untuk limbah rumah tangga sebesar 1.5, sedangkan untuk limbah industri sebesar 2.2 (Buchari *et al.*, 1997).

BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air (Davis dan Cornwell, 1991). Bahan organik merupakan hasil pembusukan tumbuhan dan hewan yang telah mati atau hasil buangan dari limbah domestik dan industri. Nilai BOD terbesar terdapat pada Stasiun selokan besar, hal ini diduga terjadi peningkatan masukan bahan organik di stasiun selokan besar, karena lokasi sampling berada di perbatasan aliran dari Puri Nirwana Estate dengan daerah pemukiman penduduk sekitarnya yang terdapat di sepanjang selokan besar tersebut. Di lokasi ini pula terdapat kebun-kebun kecil milik warga yang diduga turut memberikan andil dalam peningkatan bahan organik. Pada stasiun ini juga diduga bahan organiknya tinggi, yang terlihat dari tingginya nilai nitrat dan nilai BOD, oleh karena itu maka lokasi ini cukup baik untuk kehidupan tanaman, yang terlihat dari banyak terdapatnya lumut dengan luas tutupan yang mencapai kurang lebih 50 %.

Fosfat anorganik setelah masuk ke tumbuhan seperti fitoplankton mengalami perubahan menjadi organofosfat. Fosfat yang berikatan dengan ferri (Fe₂(PO₄)₃) tidak larut dan mengendap di dasar perairan. Pada saat terjadi kondisi anaerob, ion besi valensi dua (ferro) yang bersifat larut dan melepaskan fosfat ke perairan, sehingga meningkatkan keberadaan fosfat di perairan (Brown, 1987 dalam Effendi, 2000).

Kadar fosfat yang diperkenankan bagi kepentingan air minum adalah 0.2 mg/l dalam bentuk fosfat (PO₄). Kadar fosfor perairan alami berkisar antara 0.005 – 0.02 mg/l P-PO₄ sedangkan pada air tanah biasanya sekitar 0.02 mg/l P-PO₄ (UNESCO/WHO/UNEP, 1992). Kadar fosfor dalam ortofosfat (P-PO₄) jarang melebihi 0.1 mg/l meskipun pada perairan eutrof. Kadar fosfor total pada perairan alami jarang melebihi 1 mg/l (Boyd, 1988).

Klasifikasi perairan berdasarkan kadar ortofosfat adalah 0.003 – 0.01 mg/l perairan oligotrofik, 0.011 – 0.03 mg/l perairan mesotrofik, dan

0.031 – 0.1 mg/l perairan eutrofik (Vollenweider dalam Wetzel, 1975).

Bakteri coliform termasuk didalamnya genera *Escheria* dan *Aerobakteria*. Kegunaan *coliform* sebagai organisme indikator sangat rumit karena *Aerobakteria* dan beberapa *Escheria* dapat pula hidup dalam minyak. Oleh karena itu, keberadaan *coliform* tidak selalu berarti karena adanya kontaminasi oleh buangan manusia (Tchobanoglous dan Burton, 1991).

Pada dasarnya bakteri *E. coli* dapat dijadikan sebagai bakteri indikator untuk menduga keberadaan bakteri patogen dalam air. Adapun pemilihan bakteri ini sebagai bakteri indikator, karena bakteri ini terdapat dalam tinja dengan jumlah yang besar, mudah dihitung, resisten terhadap bahan yang mengaktivasi (dibandingkan dengan bakteri patogen) dan tidak dapat tumbuh di luar tubuh, kecuali dalam media biakan bakteri (Rand *et al.* 1975). Adapun standarisasi bakteriologi yang ditentukan dengan memperkirakan jumlah *E. coli* dalam 100 ml disebut MPN (*most probable number*) dari coliform. Pada penelitian ini terlihat bahwa total coliform terutama pada stasiun 2 tinggi, namun demikian pada baku mutu limbah domestik coliform tidak tercantum. Namun melihat jumlahnya yang tinggi, maka coliform harus menjadi satu parameter yang sudah diatur keberadaannya dan baku mutunya.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

- Limbah domestik yang berasal dari Perumahan Puri Nirwana mengakibatkan ekosistem penerima dan ekosistem tempat bermuaranya limbah domestik menjadi tercemar
- Tingginya nilai COD, total coliform dan kandungan detergen pada perairan, akan membahayakan kesehatan masyarakat sekitar terutama yang tinggal di perumahan tidak terencana

Saran

- Limbah Domestik hendaknya diolah terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam ekosistem perairan
- Pada saat dibangun kawasan permukiman dan perumahan hendaknya dilengkapi dengan instalasi pengolahan air limbah (IPAL)
- Masyarakat yang menggunakan air dari tempat bermuaranya limbah domestik hendaknya lebih berhati-hati agar kesehatannya tidak terganggu, mengingat nilai COD, total coliform dan kandungan detergen pada perairan cukup tinggi

Daftar Pustaka

- Bobbi. 1998. Water Quality of Rivers in The Huon Catchment. Tasmania Departement of Primary Industry and Fisheries. Report Series WRA 98/01. Tasmania
- Boyd. 1988. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station. Alabama. USA. 359 p

- Bukhari, Z., Hargy, T.M., Bolton, J.R., Dussert, B., dan Clancy, J.L. 1997. Medium-pressure UV for oocyst inactivation. *J. Am. Water Works Assoc.* 91(3): 86–94.
- Canadian Council of Resource and Environment Ministers. 1987. Canadian Water Quality Guidelines. Water Quality Branch. Ottawa. pp. I–11.
- Carne, R.S. 1975. Zonation of Deep Biota on Continental Margins. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 2005, 43, 211-278
- Cordova, M.R. 2008. Kajian Air Limbah Domestik di Perumnas Bantar Kemang, Kota Bogor dan Pengaruhnya pada Sungai Ciliwung. Institut Pertanian Bogor
- Davis dan Cornwell. 1991. Introduction to Environmental Engineering. Second Edition. Mc-Graw-Hill, Inc. New York.
- Effendi, H. 2000. Telaahan Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Fakhrizal. 2004. Mewaspada Limbah Domestik di Kali Mas. Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah
- Ingallinella, A.M., G. Sanguinetti, T. Koottatep, A. Montangero, dan M. Strauss. 2002. The challenge of faecal sludge management in urban areas – strategies, regulations and treatment options. *Water Science and Technology*. 46(10): 285-294.
- Kristanto. 2005. Industri, Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- McNeely, R.N., Neimanis, V.P., dan Dwyer, L. 1979. Water Quality Sourcebook, A Guide to Water Quality Parameters. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa. Environment Canada.
- Miller, G.T. 2000. Environmental Science An Introduction. Wadsworth Publishing Company. California.
- Moore, J.W. 1991. Inorganic Contaminants of Surface Water: Research and Monitoring Priorities, Springer-Verlag, New York.
- Novotny V, dan Olem, H. 1994. Water Quality Prevention, Identification and Management of Difuse Pollution. Van Nostrand. New York.
- Rand, M.C., Greenberg, A.E. dan Taras, M.J. 1975. Microbiological examination of water. In *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 14th ed., p. 875. New York: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Control Federation
- Sawyer, C.N dan P.L. McCarty. 1978. Chemistry for Environmental Engineering, 3rd Edition. McGraw-Hill Book Company, NY, NY. 532 pp
- Sitepu, H.T. 2008. Desain Kebijakan Pengelolaan Permukiman Berkelanjutan yang Berbasis Instalasi Pengolahan Air Limbah Mandiri. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor
- Tchobanoglous G. dan F. Burton. 1991. Wastewater engineering - treatment, disposal and reuse. McGraw-Hill Publishing. New York
- Tebbut, T.H.Y. 1992. BASIC, Water and Wastewater Treatment. Butterworth and Co. Publisher Ltd. London, United Kingdom.
- UNESCO/WHO/UNEP. 1992. Water Quality Assessments. Edited by Chapman, D. Chapman and Hall Ltd. London. 585 p.
- Wetzel, R.G. 1975. Limnology. Saunders. Philadelphia